



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 42 288 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 22/00**  
G 01 B 21/12  
G 01 S 13/88

②1 Aktenzeichen: P 43 42 288.8  
②2 Anmeldetag: 11. 12. 93  
④3 Offenlegungstag: 14. 6. 95

DE 43 42 288 A 1

⑦1 Anmelder:

Daimler-Benz Aerospace Aktiengesellschaft, 80804  
München, DE

⑦2 Erfinder:

Lindner, Kurt, Dipl.-Ing., 89075 Ulm, DE

⑤4 Reflektometer mit Auswerteeinheit zur Vermessung und/oder Überwachung von länglichen Objekten

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Reflektometer mit Auswerteeinheit zur Vermessung und/oder Überwachung von länglichen Objekten.

Diese Reflektometer ist dadurch charakterisiert, daß ein Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil mit Primäranenne und eine Linse von einem gemeinsamen Gehäuse umgeben sind oder daß für ein Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil mit Primäranenne und einer Linse ein gemeinsames Gehäuse mit einer Öffnung vorgesehen ist, in der die Linse angeordnet ist.

Dabei ist das Objekt durch eine Meßzone geführt, in welcher mindestens einer der Abbildungspunkte der Primäranenne liegt.

DE 43 42 288 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 024/276

8/30

Die Erfindung betrifft einen Reflektometer mit Auswerteeinheit zur Vermessung und/oder Überwachung von länglichen Objekten gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der Herstellung und Verarbeitung von länglichen Objekten z. B. in Form von Fäden, Seilen, Drähten u.ä. besteht immer das Problem der Kontrolle. Dabei muß sowohl das Vorhandensein des Objektes wie auch dessen Beschaffenheit beispielsweise hinsichtlich seiner Homogenität überwacht werden. Die bisher bekannten Lösungen aus dem Bereich Optik, Mechanik bzw. der kapazitiven und induktiven Sensorik können häufig nur mit Einschränkungen verwendet werden, da Staubteilchen und andere Umgebungsparameter die Funktionsfähigkeit der entsprechenden Sensoren stark beeinträchtigen.

Der Erfindung liegt nunmehr die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Reflektometer vorzuschlagen, mit dem das Vorhandensein bzw. die Beschaffenheit länglicher Objekte unter Umgehung störender Umgebungsparameter ermittelt werden können.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 wiedergegeben. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe besteht darin, daß ein Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil mit Primäranenne und eine Linse von einem gemeinsamen Gehäuse umgeben sind oder daß für ein Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil mit Primäranenne und einer Linse ein gemeinsames Gehäuse mit einer Öffnung vorgesehen ist, in der die Linse angeordnet ist. Das Objekt ist dabei durch eine Meßzone geführt, in welcher mindestens einer der Abbildungspunkte der Primäranenne liegt.

Die Vorteile der Erfindung bestehen u. a. darin, daß auch sehr dünne längliche Objekte wie z. B. dünne Fäden oder Drähte kontaktlos auf ihre Beschaffenheit überprüft bzw. auf ihr Vorhandensein überwacht werden können. So läßt sich beispielsweise bei der Herstellung von Fäden oder Drähten mit der Erfindung problemlos die Stärke der Fäden oder Drähte überwachen bzw. eventuell vorkommende Faden- bzw. Drahtabrisse sofort feststellen.

Im folgenden wird die Erfindung exemplarisch anhand der Fig. 1 bis 3 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schnittbild durch eine vorteilhafte Ausgestaltungsform eines Meßkopfes des erfindungsgemäßen Reflektometers;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Auswerteeinheit des erfindungsgemäßen Reflektometers mit dem schematisiert dargestellten Meßkopf nach Fig. 1;

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltungsform der Auswerteeinheit des erfindungsgemäßen Reflektometers mit dem ebenfalls schematisiert dargestellten Meßkopf nach Fig. 1.

In dem Schnittbild nach Fig. 1 ist eine kleine Primäranenne 11 eines Millimeterwellen-Sende/Empfangsteiles 16 zu erkennen, die durch eine dielektrische Linse 12 hindurch eine Meßzone 13 ausleuchtet. Primäranenne 11, Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil 16, Linse 12, Meßzone 13 sowie ein Absorber 14 sind dabei von einem gemeinsamen Gehäuse 15 umgeben, welches Aussparungen 17 enthält, durch die ein längliches Objekt 9 geführt werden kann. Dabei wird das Objekt 9 im

Gehäuse 15 durch eine Meßkammer 18 geführt, in der sich die Meßzone 13 sowie der Absorber 14 befinden und in welche die Linse 12 teilweise hineinragt. Die Wandungen der Meßkammer 18 sind dabei Bestandteil des Gehäuses 15.

Die Linse 12 ist durch die Wahl der Dielektrizitätskonstanten des Linsenmaterials und durch die Formgebung des Linsenprofils derart realisiert, daß eine quasioptische Fokussierung der Millimeterwellenstrahlung in der Meßzone 13 erreicht wird. Da insbesondere in der Textilindustrie allgemein Sensoren durch Staub und Fusseln leicht zugesetzt werden, erscheint die Verwendung von Millimeterwellen und die quasioptische Fokussierung in einer geschützten Kammer besonders vorteilhaft. Da ferner die Meßzone 13 einen immateriellen Bereich in der Meßkammer 18 bildet, in dem die Primäranenne 11 oder Teile der Primäranenne quasioptisch abgebildet sind (sowie das Objekt 9 hindurchgeführt ist), kann dieser selbst nicht verstauben. Ablagerungen auf der Linse 12 haben wegen der großen Oberfläche (in Relation zur Meßzone 13) nur stochastische Auswirkungen im Hinblick auf Meßergebnisse. Aus all diesen Umständen heraus ist es besonders wichtig zur Vermeidung von Störeinflüssen das Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil 16, die Primäranenne 11 sowie die Linse 12 staub- und wasserdicht zukapseln. Daher ist das Send/Empfangsteil 16, die Primäranenne 11 sowie die Linse 12 von einem gemeinsamen Gehäuse 15 umgeben, welches die Meßkammer 18 integrierend umschließt.

Das Fokussieren mittels der Linse 12 konzentriert die Millimeterwellenstrahlung in einem engen Bereich. Damit ist eine gute Ausleuchtung von länglichen Objekten, z. B. einem dünnen Faden 9 gegeben. Außerdem wird hierdurch erreicht, daß auch kleine Störstellen erkannt werden und dicht aufeinanderfolgende sich nicht gegenseitig kompensieren.

An dem der Linse 12 gegenüberliegenden Ende der Meßkammer 18 wird die elektromagnetische Energie in einem Absorber 14 aufgenommen. Dadurch ergibt sich als zusätzlicher positiver Effekt, daß das gesamte System von Störungen aus der Umgebung abgeschirmt ist und ferner keine Energie nach außen hin, d. h. in den Raum außerhalb des Gehäuses 15, abgestrahlt wird. Ursache hierfür ist, daß bei der quasioptischen Energieführung keinerlei Wandströme in der Meßkammer 18 fließen, wenn z. B. der Innendurchmesser der Meßkammer 18, in der die Meßzone 13 liegt, doppelt so groß ist wie die durch die Linsenparameter angegebenen Abmessungen der Meßzone 13. Fließen wiederum keinerlei Wandströme, so kann dadurch bedingt vorteilhafterweise auch keine Abstrahlung durch die Aussparungen 17 im Gehäuse 15 zum Durchlaß des Objektes 9 erfolgen.

Der Millimeterwellen-Sende/Empfänger 16 kann als Hybridschaltung, Hohlleiterlösung, in Fenstertechnik oder als MMIC-Chip — hierbei stehen im Wort "MMIC" die Buchstaben "MM" für "Millimeterwellen" und "IC" für "Integrierter Schaltkreis" — ausgebildet sein, ebenso sind selbstschwingende Mischstufen verwendbar, die besonders gute Meßergebnisse liefern, wenn mindestens in etwa mehr als 80% der Sendenergie innerhalb der Meßzone 13 konzentriert ist. Als Primäranenne 11 können Hohlleiteröffnungen, dielektrische Strahler oder Patch-Antennen verwendet werden.

Vorteilhaft ist es, die Aussparungen 17 als Schlitzte auszubilden, um ein Einfädeln zu erleichtern.

Durch Schrägstellen des Gehäuses 15 gegenüber der Längsachse des Objektes 9 kann bewirkt werden, daß

das Objekt 9 die Meßzone 13 schräg zur Hauptachse des quasioptischen Systems durchläuft. Dies führt zu einer besseren Fehlererkennung bei dünnen Objekten, da sich keine entfernungsabhängige Empfindlichkeitsabhängigkeit ausprägen kann. Eine weitere Verbesserung ist durch Einsatz eines IQ-Empfangsteils zur entfernungsunabhängigen Betragsmessung der reflektierten Leistung möglich.

Die Auswerteeinheit 20 nach Fig. 2 und 3 ist so ausgelegt, daß das Vorhandensein und/oder von Unregelmäßigkeiten des Objektes an Ausgang C (Fig. 2) bzw. das Vorhandensein des z. B. bewegten Objektes am Ausgang A (Fig. 3) und Unregelmäßigkeiten im Durchmesser am Ausgang B (Fig. 3) zur Anzeige kommen.

Hierbei bildet den Ausgang A der Ausgang eines Komparators 32 einer Signalverarbeitungseinheit 30 und den Ausgang B der Ausgang eines Mitlauf-Komparators 33 dieser Signalverarbeitungseinheit 30, auf die weiter unten noch näher eingegangen wird.

Beiden Fig. 2 und 3 gemeinsam ist, daß der in dem Gehäuse 15 befindliche Millimeterwellen-Meßkopf nach Fig. 1 an die Auswerteeinheit 20 angeschlossen ist. Diese Auswerteeinheit 20 ist realisiert durch einen Vorverstärker 21, einen Filter 22 und durch die Signalverarbeitungseinheit 30, die in Fig. 2 aus einem A/D-Wandler 34 und einem Mikroprozessor 35 besteht, bzw. einem Controller. Unter einem Controller ist dabei material gesehen ein Mikroprozessor mit einem Speicher z. B. in Form von Lese-, Schreib/Lese- bzw. Direktzugriffsspeicher zu verstehen, so daß ein autonomer, d. h. nicht fremdstesteuerter Betrieb möglich ist.

Prinzipiell ergibt sich nunmehr folgender Funktionsablauf der Schaltung nach Fig. 2.

Meßkopfseitig übertragene Signale werden verstärkt (21) und gefiltert (22). Nach der Filterung wird das Signal A/D-gewandelt (34) und dem Mikroprozessor 35 zugeleitet. Da das Vorhandensein eines beispielsweise bewegten Objekts 9 zu Reflexionen führt, welche üblicherweise über dem Systemgrundrauschen liegen, wird im Mikroprozessor eine Schwellenbildungen mit geeigneten Algorithmen bei zuvor definiertem Schwellwert vollzogen. Diese wiederum kann das Kriterium zur Aussendung einer Fehlermeldung an den Ausgang C des Mikroprozessors 35 sein. Alternativ kann eine Fehlerhäufung pro Längeneinheit vorgegeben werden und erst bei deren Überschreitung Meldung erfolgen.

Im Unterschied zu Fig. 2 wird in Fig. 3 die Signalverarbeitungseinheit 30 durch einen Gleichrichter 31 gebildet, der auf den Komparator 32 oder Trigger (nicht gezeigt) und den Mitlaufkomparator 33 aufgeschaltet ist.

Die Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reflektometers nach Fig. 3 funktioniert nun derart, daß Signale des im Gehäuse 15 untergebrachten Meßkopfes nach Vorverstärkung 21 und Filterung 22 durch Gleichrichtung und Glättung 31 den Komparator 32 oder Trigger so ansteuern, daß das Gerätegrundrauschen noch nicht durchsteuern kann. Das Vorhandensein eines z. B. bewegten Objektes 9 bewirkt dann das überschreiten einer zuvor eingestellten Schwelle im Komparator 32 oder Trigger, was wiederum am Ausgang A der Signalverarbeitungseinheit 30 angezeigt wird.

Ferner kann der Mitlauf-Komparator 33 sowohl bei fest wie auch bei mitlaufender Schwelle, deren Wert als Funktion des arithmetischen Mittelwertes der Meßwerte über der Zeit bzw. vordefinierter Zeitintervalle auffaßbar ist, feststellen, ob Abweichungen vom Sollwert vorhanden sind. Es können dabei positive oder negative

Abweichungen — bezogen auf den Sollwert — registriert werden, die am Ausgang B der Signalverarbeitungseinheit 30 abgegriffen werden können.

Die Erfindung ist natürlich nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern sinngemäß auf weitere anwendbar. So kann beispielsweise durch teilweise Öffnung des Gehäuses 15 sowie entsprechende Formung der Linse 12 eine großräumige Meßzone 13 außerhalb des Gehäuses 15 entstehen, in der z. B. Drahtseile von Fahrstühlen überwacht werden können.

#### Patentansprüche

1. Reflektometer mit Auswerteeinheit zur Vermessung und/oder Überwachung von länglichen Objekten, **dadurch gekennzeichnet**,

— daß ein Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil (16) mit Primäranenne (11) und eine Linse (12) von einem gemeinsamen Gehäuse (15) umgeben sind oder

daß für ein Millimeterwellen-Sende/Empfangsteil mit Primäranenne und einer Linse ein gemeinsames Gehäuse mit einer Öffnung vorgesehen ist, in der die Linse angeordnet ist; — daß das Objekt (9) durch eine Meßzone (13) geführt ist, in welcher mindestens einer der Abbildungspunkte der Primäranenne (11) liegt.

2. Reflektometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die bildseitige Brennweite der Linse (12) gleich oder zumindest etwa gleich der gegenstandsseitigen Brennweite der Linse (12) ist.

3. Reflektometer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die auf die Linse (12) bezogene Gegenstandsweite des Millimeterwellen-Sende/Empfangsteiles (16) größer ist als die gegenstandsseitige Brennweite der Linse (12).

4. Reflektometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die durchschnittliche Wellenlänge  $\lambda$  des Millimeterwellen-Sende/Empfangsteiles (16) in etwa zwischen 1 mm und 10 mm liegt.

5. Reflektometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Empfangsteil des Millimeterwellen-Sende/Empfangsteils (16) als IQ-Empfangsteil ausgebildet ist.

6. Reflektometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt (9) in der Meßzone (13) unter einem Winkel  $\alpha$  geführt ist, der in der Meßzone (13) zwischen der Hauptachse der Linse (12) und der Längsachse des Objektes (9) liegt und verschieden von Null ist.

7. Reflektometer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel  $\alpha$  einen Wert zwischen in etwa  $5^\circ$  und in etwa  $45^\circ$  annimmt.

8. Reflektometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in etwa mehr als 80% der Sendeenergie innerhalb der Meßzone (13) konzentriert ist.

9. Reflektometer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser einer Meßkammer (18), in der die Meßzone (13) liegt, doppelt oder zumindest in etwa doppelt so groß ist wie die durch die Linsenparameter gegebenen Abmessungen der Meßzone (13).

10. Reflektometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meß-

zone (13) zwischen einem Absorber (14) und der Linse (12) ausgebildet ist.

11. Reflektometer nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (15) auch die Meßzone (13), den Absorber (14) und die Meßkammer (18) umschließt.

12. Reflektometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (15) auf zwei sich gegenüberliegenden Seiten zwei Aussparungen (17) in Form von spiegelsymmetrisch angeordneten länglichen Schlitzten enthält, durch die das Objekt (9) geführt ist.

13. Reflektometer nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachse der Schlitzte orthogonal oder zumindest in etwa orthogonal oder parallel oder zumindest in etwa parallel zur Hauptachse der Primäranterie (11) verlaufen.

14. Reflektometer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (20) aus einem Verstärker (21), einem Filter (22) und einer Signalverarbeitungseinheit (30) aufgebaut ist.

15. Reflektometer nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (30) aus einem A/D-Wandler (34) und einem Mikroprozessor (35), der vorzugsweise durch einen Controller realisiert ist, ausgebildet ist.

16. Reflektometer nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (30) durch einen Gleichrichter (31) und einen Komparator (32), zu dem vorzugsweise ein Mitlauf-Komparator (33) parallel geschaltet ist, realisiert ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

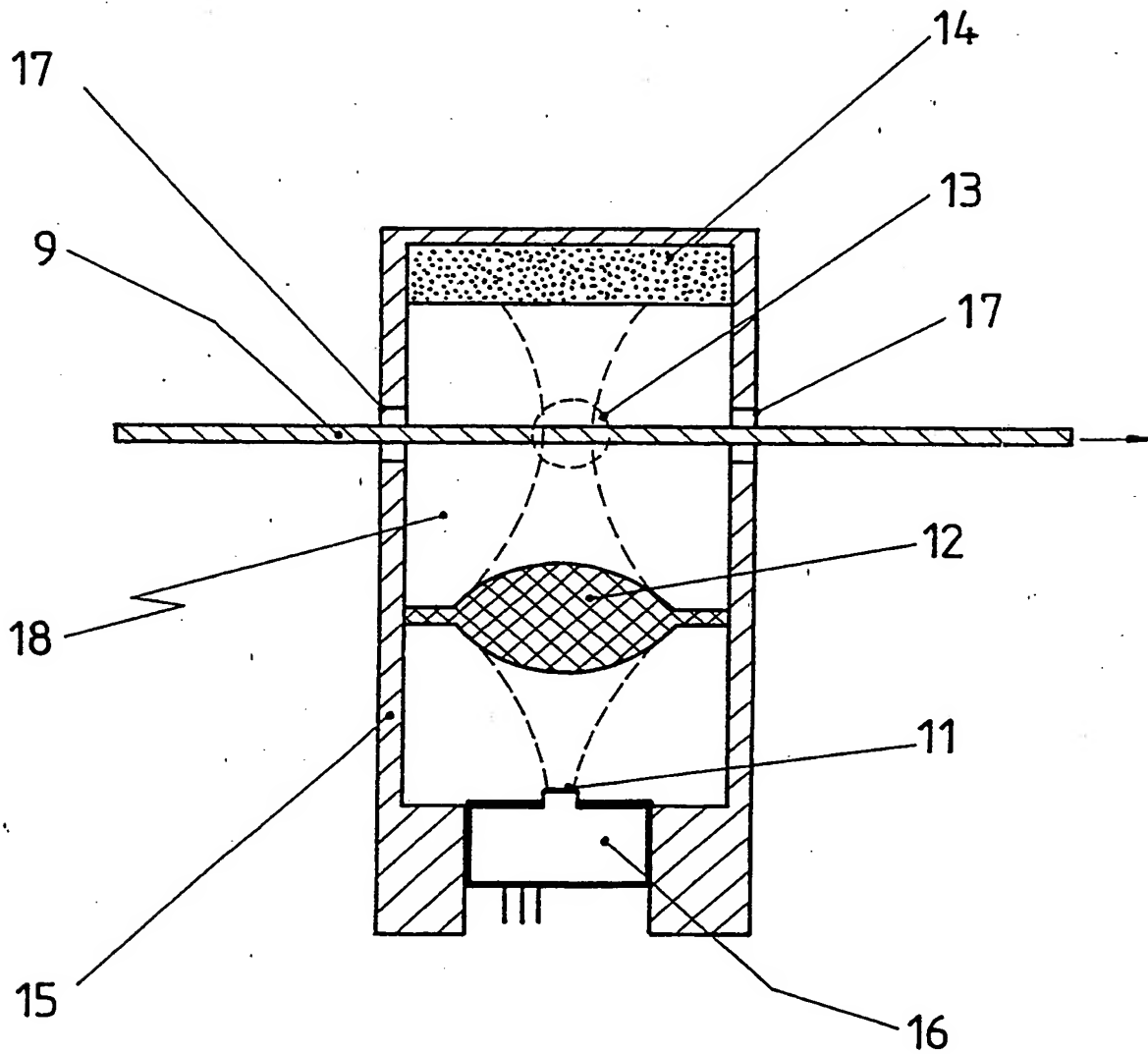


FIG. 1

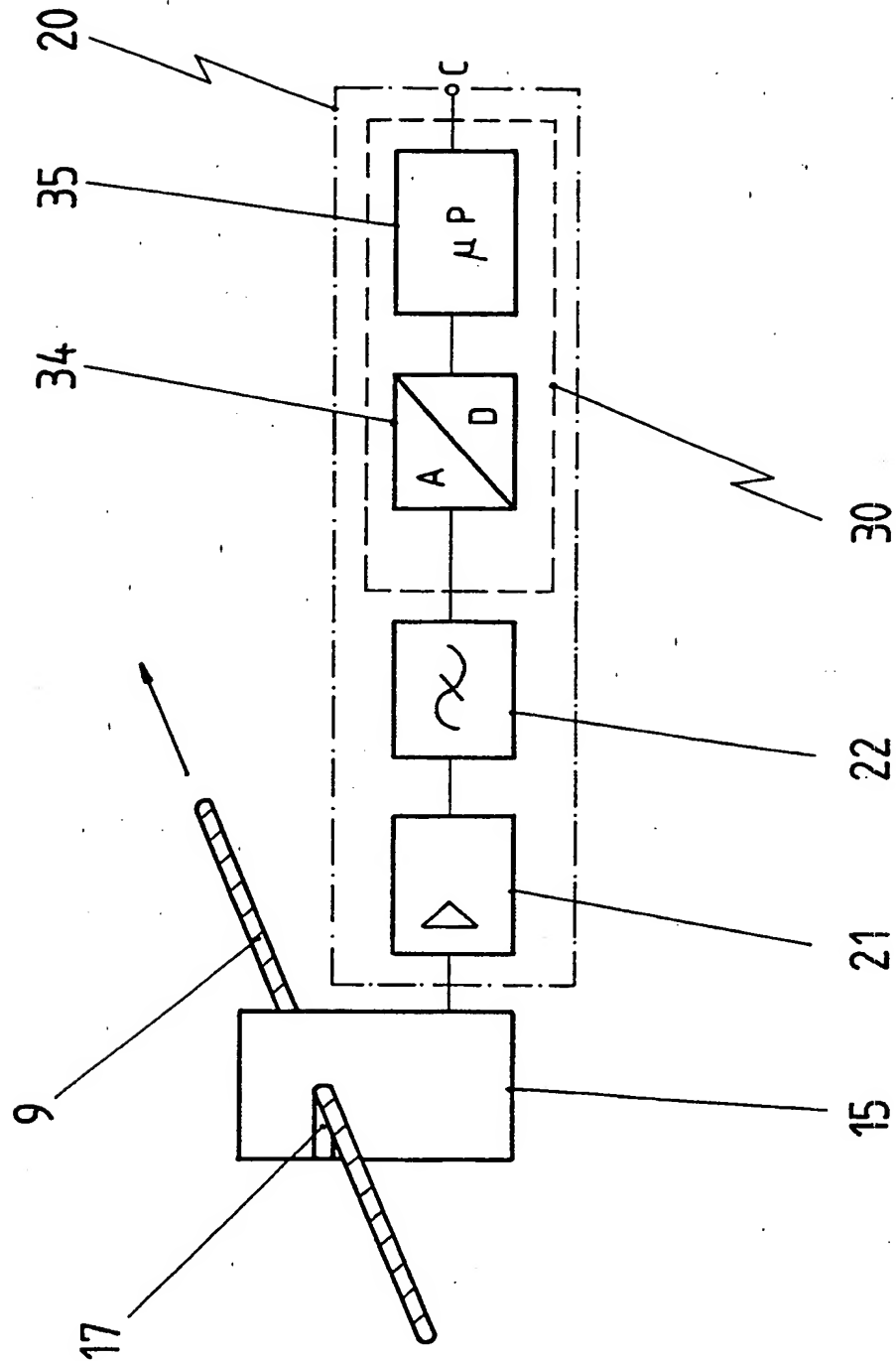


FIG. 2

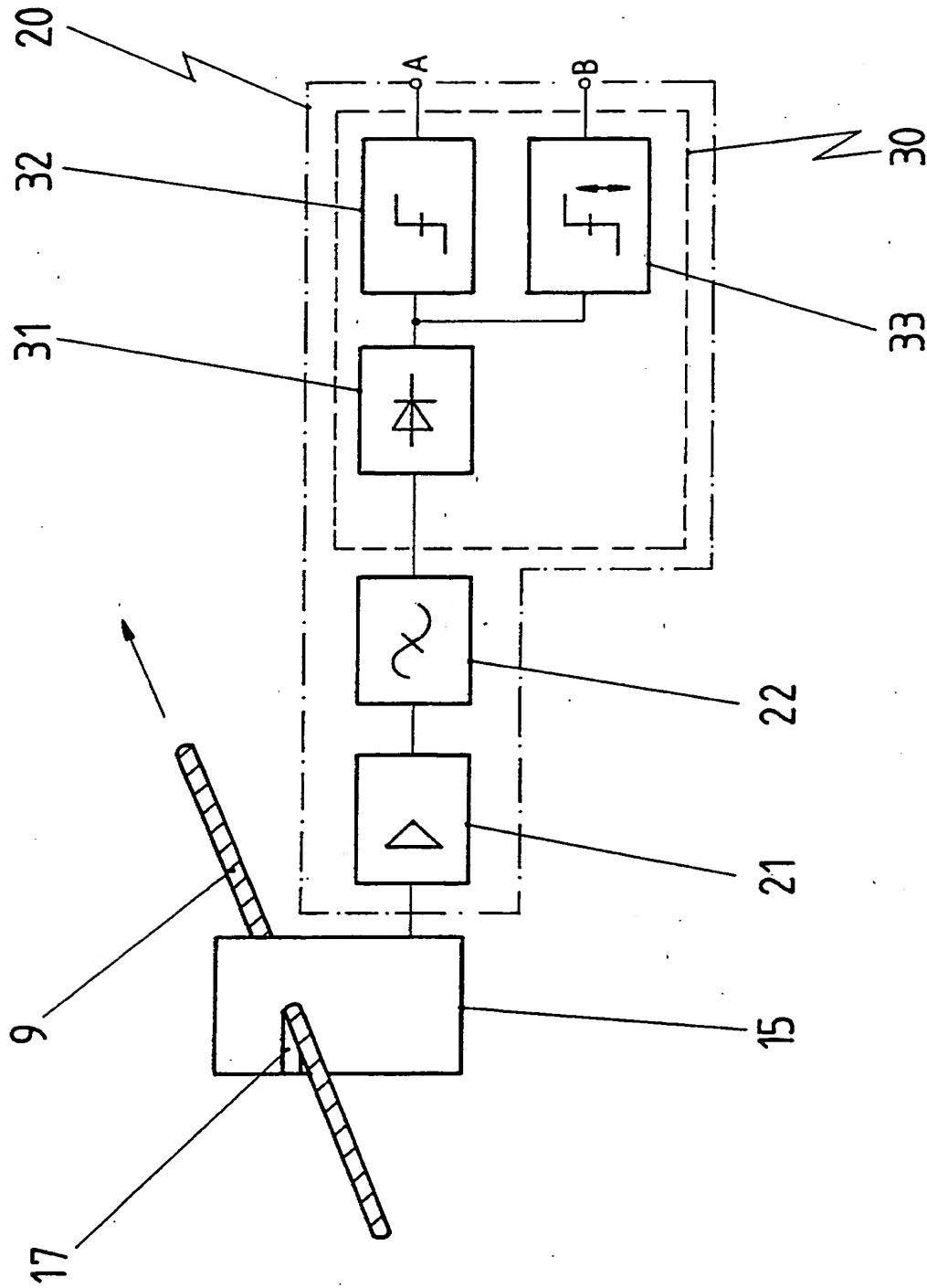


FIG. 3